

IP5 RECEIVED PCT/PTO 22 JUN 2006

10/583925

Verfahren zur Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie mit einer
Niederdruck-Entspannungsvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umwandlung von in einem Verdampfer anfallender Wärmeenergie in mechanische Energie durch Entspannung eines dampfförmigen Arbeitsmittels, das in dem Verdampfer verdampft und in einer Entspannungsvorrichtung entspannt wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Entspannungsvorrichtung zur Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie.

Aus dem Stand der Technik sind eine Vielzahl von Verfahren sowie Vorrichtungen zur Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie bekannt. Es sind beispielsweise Wärmekraftanlagen bekannt, in denen in einem Kessel ein Arbeitsmittel bei einem hohen

Druck isobar bis zum Siedepunkt erwärmt wird, verdampft und anschließend in einem Überhitzer noch überhitzt wird. Der Dampf wird anschließend in einer Turbine unter Verrichtung von Arbeit adiabat entspannt und in einem Kondensator unter Wärmeabgabe verflüssigt. Die Flüssigkeit, in der Regel Wasser, wird von der Speisewasserpumpe auf einen Druck gebracht und wieder in den Kessel gefördert. Einer der Nachteile dieser Vorrichtungen ist, dass bei den Entspannungsprozessen in Turbinen hohe Drücke von über 15 bar bis 200 bar erzeugt werden müssen, da bei Turbinen das realisierte Druckverhältnis der Entspannung für den erreichten Wirkungsgrad entscheidend ist. Dies ist der wesentliche Grund dafür, dass in großen Entspannungsturbinen der Dampf in das Vakuum hinein entspannt wird, wodurch die Kondensation bei relativ tiefen Temperaturen um die 40° C erfolgt. Die bei der Kondensation anfallende Kondensationswärme wird im Wärmetausch mit Kühlsystemen abgeführt. Diese als Abwärme abgeführte Kondensationswärme bestimmt wesentlich den mit thermischen Entspannungsprozessen in Turbinen erreichbaren Wirkungsgrad.

Auch bekannte Umwandlungsanlagen mit organischen Lösemitteln als Arbeitsmittel (ORC-Anlagen, Organic Rankine Cycle) oder der Kalina-Prozess mit einem Gemisch aus Wasser und Ammoniak basieren auf dem beschriebenen Dampfkraftprozess mit Verdampfung und Kondensation; sie sind lediglich technische Modifikationen, um entweder mit niedrigeren Temperatur- und Druckniveaus arbeiten zu können und/oder durch eine bessere Wärmenutzung mit einem Siedebereich den Wirkungsgrad zu verbessern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie zu schaffen, die die genannten Nachteile vermeiden, insbesondere einen verbesserten Wirkungsgrad aufweisen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 vorgeschlagen. In den abhängigen Ansprüchen sind bevorzugte Weiterbildungen ausgeführt.

Dazu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Entspannungsvorrichtung als Niederdruck-Entspannungsvorrichtung ausgeführt ist, die als Wälzkolbengebläse ausgebildet ist, in dem das Arbeitsmittel entspannt wird und dabei Wärmeenergie in mechanische Energie umgewandelt wird. Das Wälzkolbengebläse als Niederdruck-Entspannungsvorrichtung hingegen weist erfindungsgemäß den Vorteil auf, dass diese mit geringer Gasreibung arbeiten kann und gleichzeitig gegen Flüssigkeitstropfen unempfindlich ist. Des Weiteren erreicht das

Wälzkolbengebläse bei Drehgeschwindigkeit, bei denen die Dichtkante am Außenradius Geschwindigkeiten von mehr als etwa $1/10$ der Schallgeschwindigkeit erreicht, einen besonders hohen volumetrischen Wirkungsgrad, da der Spalt bei diesen Geschwindigkeiten als dynamische Dichtung wirkt. Das Wälzkolbengebläse, das in Form einer Ovalradpumpe ausgeführt sein kann, kann bei Druckdifferenz von 500 mbar mit einem vollen Wirkungsgrad arbeiten und in einem geschlossenen System bei Drücken von 10 bis 0,5 bar eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass bei den genannten Entspannungsvorrichtungen nur die Druckdifferenz und nicht die Masse oder das Entspannungsverhältnis für den Wirkungsgrad - maßgebend ist. Bei bereits kleinen Druckdifferenzen von weniger als zwei bar kann ein voller Wirkungsgrad erreicht werden. Die physikalische Begründung liegt in der hohen Wirkzeit von nahezu 95% in der Pumpe, da es sich tatsächlich nicht um eine herkömmliche Entspannung im Sinne eines Verdichters handelt, sondern die Entspannung durch den Austritt des Gases in den Druckstutzen erfolgt. Ein- und Ausströmen mit Vergrößerung oder Verringerung des Schöpfvolumens findet im Wälzkolbengebläse nicht statt, sondern das Einströmen des Gases erfolgt parallel zum Transport des Gases über die Drehbewegung bei konstantem Volumen und dadurch bei vollem Wirkungsgrad. Das Wälzkolbengebläse und andere vergleichbare erfindungsgemäße Niederdruck-Entspannungsvorrichtungen zeichnen sich hier gegenüber anderen Entspannungsvorrichtungen aus, bei denen durch Änderung des Schöpfvolumens selbst die Druckänderung erfolgt. Dies hat zur Folge, dass die Wirkzeit dieser Vorrichtung sehr viel kleiner ist. Während des Entspannungsvorganges wird die Wärmeenergie des dampfförmigen Arbeitsmittels zumindest teilweise in mechanische Energie umgewandelt. Vorteilhafterweise ist das Wälzkolbengebläse mit einem Generator verbunden, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt.

Erfindungsgemäß kann das entspannte Arbeitsmittel in einem Wärmetauscher kondensiert werden. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann zumindest ein Teil des kondensierten Arbeitsmittels während des Entspannungsprozesses in das Wälzkolbengebläse eingespritzt werden, beispielsweise bis zu 16% des Masseanteils, wobei erfindungsgemäß das eingespritzte Arbeitsmittel im Wälzkolbengebläse im Wärmetausch mit dem Dampf diesen teilweise im Gebläse kondensiert und dadurch die wirkende Druckdifferenz der Entspannung vergrößert. In einer möglichen Alternative ist ein Separator dem Wärmetauscher nachgeschaltet, der einen Teil des kondensierten Arbeitsmittels für die Einspritzung in das Wälzkolbengebläse entnimmt. Zweckmäßigerweise fördert eine Pumpe, die dem Separator wiederum nachgeschaltet ist, das kondensierte Arbeitsmittel in den Verdampfer zurück.

Um eventuell auftretende Flüssigkeitsschäden durch den Zusammenprall der schnell rotierenden Kolben mit Tröpfchen zu verhindern, erfolgt in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung eine druckgesteuerte Einspritzung.

Vorzugsweise weist das Verfahren eine erste Komponente des Arbeitsmittels auf, das durch ein Gemisch gebildet ist, in und/oder nach der Niederdruck-Entspannungsvorrichtung mittels eines Absorptionsmittels absorbiert wird, wobei Wärme auf die verbleibende, dampfförmige zweite Komponente übergeht, die rückführbar ist. In einer Ausführungsform der Erfindung ist das Gemisch bei einem bestimmten Mischungsverhältnis der Komponenten ein Azeotrop mit Siedepunktminimum. Bei azeotrop verdampfenden Gemischen mit Siedepunktminimum lassen sich je nach Typ die Verdampfungstemperaturen absenken, so dass diese unter den Kondensationstemperaturen der einzelnen Komponenten liegen. Wird aus dem Dampfgemisch adiabatisch die erste Komponente absorbiert, so geht die entsprechende Wärme auf die dampfförmig verbleibende zweite Komponente über. Der Entzug der Kondensationswärme kann dadurch auf einem erhöhten Temperaturniveau erfolgen. Insbesondere kann bei geeignet ausgewählten Azeotropmischungen die zweite dampfförmige Komponente im Verdampfer des Arbeitsmittels selbst unter Abgabe der Kondensationswärme kondensiert werden, so dass der entsprechende Anteil der Wärmeenergie in den Prozess zurückgeführt werden kann. Sofern die zu absorbierende erste Komponente Wasser ist, kann als Absorptionsmittel beispielsweise eine alkalische Silikatlösung eingesetzt werden.

In einer weiteren Ausführungsform kann das Arbeitsmittel, beispielsweise ein azeotropes Gemisch aus Wasser mit Perchloräthylen oder Silikon, zum Beispiel durch Wärmetausch mit Primärenergie aus Prozessdämpfen oder erwärmten Prozessflüssigkeiten und/oder Wärmespeichern verdampft werden. Die Absorption, bei der erfindungsgemäß die anfallende Absorptionswärme auf die zweite dampfförmig verbleibende Komponente übertragen wird, wodurch sich diese Komponente auf ein Temperaturniveau oberhalb der Siedetemperatur des azeotropen Gemisches erwärmt, kann in und/oder nach der Entspannungsvorrichtung erfolgen. Einer der wesentlichen Vorteile ist hierbei, dass durch die Entspannung des azeotropen Gemisches im Wälzkolbengebläse mechanische Energie „gewonnen“ werden kann und gleichzeitig das entspannte Arbeitsmittel, das im Entspannungsprozess bereits „Arbeit“ geleistet hat, durch die Trennung (Absorption) der ersten von der zweiten Komponente sich aufgrund der freiwerdenden Absorptionswärme erwärmt. Hierbei kann das

verbleibende Arbeitsmittel nach der Entspannung zurückgeführt werden, um beispielsweise in dem Wärmetauscher seine Wärme abzugeben. Zum Beispiel ist es in einer Ausgestaltung der Erfindung möglich, dass das verbleibende Arbeitsmittel (nur zweite Komponente) in den Wärmetauscher (Verdampfer) geleitet wird, in dem das verbleibende Arbeitsmittel kondensiert und aufgrund der entstehenden Kondensationswärme das flüssige Arbeitsmittel mit der ersten und der zweiten Komponente verdampft und anschließend wieder in die Entspannungsvorrichtung geführt wird. Hierdurch kann erfindungsgemäß der Wirkungsgrad des Verfahrens zur Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie wesentlich verbessert werden.

Das Arbeitsmittel ist vorzugsweise durch ein azeotropes Gemisch mit Siedepunktminimum oder nahezu azeotropes Gemisch gebildet. Im folgenden wird die Erfindung mit einem azeotropen Gemisch beschrieben, selbstverständlich kann die Erfindung ebenfalls auf nahezu azeotrope Gemische beziehungsweise auf nicht azeotrope Gemische bezogen werden. Hohe Wirkungsgrade lassen sich besonders mit einem azeotropen oder einem nahezu azeotropen Gemisch erzielen. Bei einem Einsatz eines azeotropen Gemisches können je nach Typ die Verdampfungstemperaturen abgesenkt werden, so dass diese unter den Verdampfungstemperaturen der einzelnen Komponenten liegen.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Arbeitsmittel eine geringe volumenspezifische beziehungsweise geringe molare Verdampfungsenthalpie auf. Damit wird erreicht, dass mit einer vorgegebenen Menge an Wärmeenergie eine große Menge an Treibdampf erzeugt wird. Vorzugsweise ist das Arbeitsmittel ein Lösemittelgemisch, das organische und/oder anorganische Lösemittelkomponenten aufweist. Beispiele hierfür sind etwa Gemische aus Wasser und ausgewählten Silikonen. Vorteilhafterweise kann auch mindestens eine Komponente ein protisches Lösemittel sein.

Bei einer alternativen Ausführungsform ist das Absorptionsmittel ein reversibles immobilisierbares Lösemittel, das in dem nicht-immobilisierten Aggregatzustand die erste Komponente des Arbeitsmittels ist. Das reversible Lösemittel im siedenden Arbeitsmittel kann sich vorteilhafterweise durch physikalisch-chemische Veränderungen so verändern, in dem es durch Ionisieren oder Komplexbildung aus der Dampfphase von dem nicht-immobilisierten Zustand in den reversibel immobilisierten Zustand verändert werden kann und in der nicht-immobilisierten Form als Absorptionsmittel für das Arbeitsmittel wirkt.

Somit enthält das dampfförmige Arbeitsmittel vor der Entspannung bereits das Absorptionsmittel (im nicht-immobilisierten Zustand). Das reversibel immobilisierte Lösemittel ist in einem dampfförmigen Aggregatzustand und geht durch physikalisch-chemische Veränderungen – wie zum Beispiel pH-Verschiebung, Veränderung des Molenbruches und der Temperatur in seiner Flüchtigkeit und/oder in seinem Dampfdruck - in den flüssigen Zustand über (vergleichbar mit Dampf als Lösemittel in nicht-immobilisierter Form und Wasser als reversibel immobilisierbares Lösemittel). Der Vorteil ist hierbei, dass das Arbeitsmittel aus zwei Komponenten besteht, wobei gleichzeitig die eine Komponente im reversiblen immobilisierten Zustand als Absorptionsmittel für die andere Komponente wirkt. Als pH-abhängige reversibel immobilisierbare Lösemittel können beispielsweise zyklische Stickstoffverbindungen - wie Pyridine – eingesetzt werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird ebenfalls durch eine Entspannungsvorrichtung zur Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie durch Entspannung eines dampfförmigen Arbeitsmittels mit den Merkmalen des Anspruches 15 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind bevorzugte Weiterbildungen ausgeführt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Entspannungsvorrichtung als Niederdruck-Entspannungsvorrichtung ausgebildet ist, die als Wälzkolbengebläse ausgeführt ist. Hierbei laufen zwei Rotoren auf elliptischen oder ovalförmigen Wälzkurven aufeinander ab. Bekannte Beispiele sind etwa die Ovalradpumpe oder das Rootsgebläse. Mit mehrflügeligen Rotoren können elliptische Wälzkurven höherer Ordnung realisiert werden. Ein Vorteil von Wälzkolbengebläsen mit mehrflügeligen Rotoren liegt etwa in einer Reduzierung der wirkenden Pulsationen, da das Kammervolumen, bezogen auf das Schöpfvolumen, kleiner ist und die Frequenz des Gasaustritts zunimmt. Zweckmäßigerweise weist das Wälzkolbengebläse eine gasdichte Dichtung zwischen dem Schöpfraum und dem Getrieberaum auf, um den Eintritt von Öl in das dampfförmige Arbeitsmittel zu verhindern.

Das Wälzkolbengebläse weist ferner eine Welle auf, die mit dem Generator verbunden werden kann, wodurch die mechanische in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Die Verwendung von einem Wälzkolbengebläse als Niederdruckentspannungsvorrichtung eröffnet, insbesondere bei der Nutzung von Abwärme mit einer Temperatur von weniger als ungefähr 100°C, für den Antrieb von beispielsweise Pumpen oder Generatoren die Möglichkeit, zum einen den Prozess durch Einspritzung von Absorptionsmitteln zu

unterstützen, und zum anderen wegen der geringen Druck- und Temperaturdifferenzen die Kondensationsenergie des Arbeitsmittels, beispielsweise mit einer Wärmepumpe, wieder auf ein erhöhtes Temperaturniveau zu heben.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Einzelnen beschrieben ist. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Figur 1 zeigt ein Verfahren zur Umwandlung von in einem Verdampfer 6 anfallender Wärmeenergie in mechanische Energie durch Entspannung eines dampfförmigen Arbeitsmittels, das in dem Verdampfer 6 verdampft und in einer Niederdruck-Entspannungsvorrichtung 2 entspannt wird. Das Arbeitsmittel ist in diesem Ausführungsbeispiel Wasser, das im dampfförmigen Aggregatzustand zur Entspannungsvorrichtung 2, die als Wälzkolbengebläse 2 ausgebildet ist, gefördert wird. Während des Entspannungsprozesses wird im Wälzkolbengebläse 2 die im Arbeitsmittel enthaltene Wärmeenergie in mechanische Energie umgewandelt. Das Wälzkolbengebläse 2 ist mit einem Generator 1 verbunden und treibt diesen an, so dass mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird.

Der entspannte Treibdampf wird in einem Wärmetauscher 7 kondensiert. Vorzugsweise ist der Verdampfer 6 mit dem Wärmetauscher 7 verbunden, wobei das Kondensat mittels der Pumpe 9 zurück in den Verdampfer 6 gefördert wird.

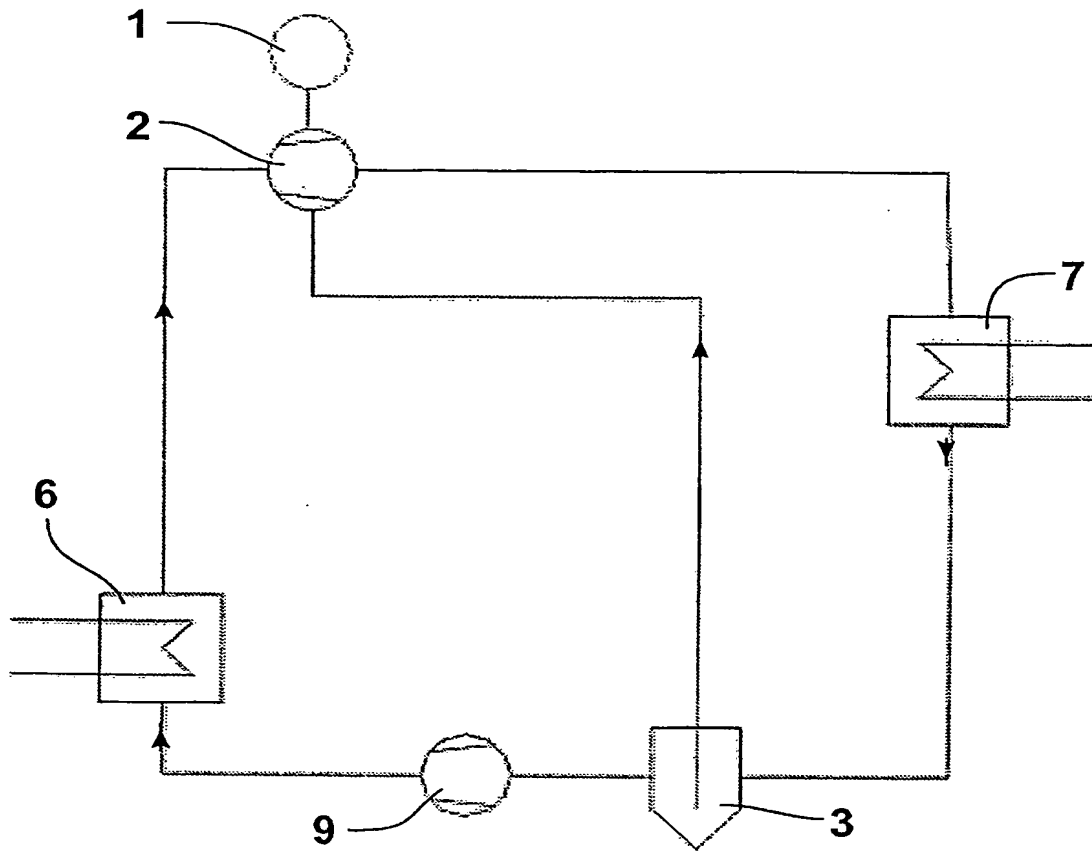
Dem Wärmetauscher 7 ist ein Separator 3 nachgeschaltet, der einen Teil des kondensierten Arbeitsmittels für die Einspritzung in das Wälzkolbengebläse 2 entnimmt. Das Wälzkolbengebläse 2 weist mehrere nicht dargestellte Einspritzöffnungen auf, durch die das kondensierte Arbeitsmittel in den Schöpfraum des Wälzkolbengebläses 2 eingedüst wird, wobei ein Teil des dampfförmigen Arbeitsmittels im Wälzkolbengebläse 2 kondensiert, wodurch der Ausgangsdruck reduziert und damit der Wirkungsgrad verbessert wird. Durch die Druckdifferenz gegenüber dem am Auslass des Wälzkolbengebläses 2 angeschlossenen Wärmetauscher 7 werden die im Wälzkolbengebläse 2 angeordneten Rotoren von dem sich entspannenden Arbeitsmittel in Bewegung gesetzt, und die mit der Entspannung eingehende

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Umwandlung von in einem Verdampfer (6) anfallender Wärmeenergie in mechanische Energie durch Entspannung eines dampfförmigen Arbeitsmittels, das in dem Verdampfer (6) verdampft und in einer Entspannungsvorrichtung (2) entspannt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entspannungsvorrichtung (2) als Niederdruck-Entspannungsvorrichtung ausgeführt ist, die als Wälzkolbengebläse (2) ausgebildet ist, in dem das Arbeitsmittel entspannt wird und dabei Wärmeenergie in mechanische Energie umgewandelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das entspannte Arbeitsmittel in einem Wärmetauscher (7) kondensiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des kondensierten Arbeitsmittels während des Entspannungsprozesses in das Wälzkolbengebläse (2) eingespritzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des eingespritzten Arbeitsmittels im Wälzkolbengebläse (2) durch Wärmetausch einen Teil des dampfförmigen Arbeitsmittels kondensiert und damit den Ausgangsdruck reduziert.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsmittel druckgesteuert in das Wälzkolbengebläse (2) eingespritzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Pumpe (9) das kondensierte Arbeitsmittel in den Verdampfer (6) fördert.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Separator (3) dem Wärmetauscher (7) nachgeschaltet ist, der einen Teil des kondensierten Arbeitsmittels für die Einspritzung in das Wälzkolbengebläse (2) entnimmt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Komponente des Arbeitsmittels, das durch ein Gemisch gebildet ist, in und/oder nach der Niederdruck-Entspannungsvorrichtung (2) mittels eines Absorptionsmittels absorbiert wird, wobei Wärme auf die verbleibende, dampfförmige zweite Komponente übergeht, die rückführbar ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gemisch bei einem bestimmten Mischungsverhältnis der Komponenten ein Azeotrop mit Siedepunktminimum bildet.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsmittel als azeotropes Gemisch oder als nahezu azeotropes Gemisch vorliegt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die bei der Absorption übergangene Wärme die dampfförmig verbleibende zweite Komponente auf eine Temperatur oberhalb der Siedetemperatur des Gemisches erwärmt wird, wobei die zweite Komponente in einem Wärmetauscher (7) kondensiert wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Absorptionsmittel ein reversibel immobilisierbares Lösemittel ist, das in dem nicht-immobilisierten Aggregatzustand die erste Komponente des Arbeitsmittels ist.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsmittel ein azeotropes Gemisch aus Wasser und Silikon ist.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Absorptionsmittel eine Silikatlösung ist.

15. Entspannungsvorrichtung (2) zur Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie durch Entspannung eines dampfförmigen Arbeitsmittels, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entspannungsvorrichtung (2) als Niederdruck-Entspannungsvorrichtung (2) ausgebildet ist, die als Wälzkolbengebläse (2) ausgeführt ist.
16. Entspannungsvorrichtung (2) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wälzkolbengebläse (2) mit einem Generator (1) verbunden ist.
17. Entspannungsvorrichtung (2) nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wälzkolbengebläse (2) mit mindestens einer Einspritzöffnung ausgeführt ist.
18. Entspannungsvorrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wälzkolbengebläse (2) mehrflügelige Rotoren aufweist.
19. Entspannungsvorrichtung (2) nach Anspruch 15 bis 18, die nach einem der genannten Verfahren 1 bis 14 betreibbar ist.
20. Verwendung einer Niederdruck-Entspannungsvorrichtung (2), die als Wälzkolbengebläse ausgebildet ist, zur Umwandlung von in einem Verdampfer (6) anfallender Wärmeenergie in mechanische Energie durch Entspannung eines dampfförmigen Arbeitsmittels, das in dem Verdampfer (6) verdampft und in der Niederdruck-Entspannungsvorrichtung (2) entspannt wird.

**FIG. 1**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053654

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01K25/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F01K F01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X Y	DE 36 19 547 A1 (KOCH,PETER; KRALL,ERIKA) 17 December 1987 (1987-12-17) column 3, line 29 - column 5, line 18; figure 3 abstract	1-7, 15-20 8-10
X Y	US 2003/172654 A1 (LAWHEED PAUL) 18 September 2003 (2003-09-18) paragraph '0025! - paragraph '0070!; figures 1,2 abstract	1,2,6, 15,16, 18-20 8-10
X Y	GB 1 301 214 A (WALLACE L. MINTO AND LEONARD J. KELLER) 29 December 1972 (1972-12-29) page 3, line 59 - page 5, line 63; figures	1,2,6, 15,16, 18-20 8-10
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C

☒ Patent family members are listed in annex

* Special categories of cited documents

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 June 2005

Date of mailing of the international search report

22/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zerf, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/053654

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
Y	WO 85/02881 A (LIPOVETZ, IVAN; GYOERGYFALVAY, PETER; RIHMER, OSZKAR; WILLINGER, JOHAN) 4 July 1985 (1985-07-04) page 7, line 13 - page 10, line 31; figures abstract -----	8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/053654

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 3619547	A1	17-12-1987	DE	3445785 A1	19-06-1986
US 2003172654	A1	18-09-2003	US	2004055300 A1	25-03-2004
GB 1301214	A	29-12-1972	FR	2091203 A5	14-01-1972
WO 8502881	A	04-07-1985	AU	3780385 A	12-07-1985
			EP	0165962 A1	02-01-1986
			WO	8502881 A1	04-07-1985

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053654

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01K25/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01K F01C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 36 19 547 A1 (KOCH,PETER; KRALL,ERIKA) 17. Dezember 1987 (1987-12-17)	1-7, 15-20
Y	Spalte 3, Zeile 29 - Spalte 5, Zeile 18; Abbildung 3 Zusammenfassung	8-10
X	US 2003/172654 A1 (LAWHEED PAUL) 18. September 2003 (2003-09-18)	1,2,6, 15,16, 18-20
Y	Absatz '0025! - Absatz '0070!; Abbildungen 1,2 Zusammenfassung	8-10
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zerf, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053654

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 1 301 214 A (WALLACE L. MINTO AND LEONARD J. KELLER) 29. Dezember 1972 (1972-12-29)	1,2,6, 15,16, 18-20
Y	Seite 3, Zeile 59 - Seite 5, Zeile 63; Abbildungen -----	8-10
Y	WO 85/02881 A (LIPOVETZ, IVAN; GYOERGYFALVAY, PETER; RIHMER, OSZKAR; WILLINGER, JOHAN) 4. Juli 1985 (1985-07-04) Seite 7, Zeile 13 - Seite 10, Zeile 31; Abbildungen Zusammenfassung -----	8-10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.